

## ANTENNE CRUCIFORME A SOUS-ANTENNES LINEAIRES ET TRAITEMENT ASSOCIE

L'invention porte de façon générale sur les antennes, et en particulier sur la structure de l'antenne et l'architecture du traitement des données issues des capteurs de telles antennes lorsqu'elles sont employées en réception.

Il est connu dans le domaine du radar d'utiliser des antennes surfaciques à formation de faisceaux par le calcul, destinées à détecter, localiser et classifier des cibles ou des sources. Une telle antenne est généralement constituée d'une matrice comprenant jusqu'à plusieurs milliers de capteurs disposés pour former une surface plane rectangulaire. Ces capteurs ont généralement un diagramme de directivité identique. Ce diagramme de directivité élémentaire n'a pas la résolution suffisante pour les performances requises de l'antenne en localisation. Un dispositif de génération de faisceaux réalise une combinaison (par exemple une combinaison linéaire) des signaux générés par les capteurs afin de former les directivités requises en site et en gisement.

Une telle antenne présente des inconvénients. Pour une précision donnée de la localisation en site et en gisement, cette antenne est très coûteuse et difficilement intégrable sur une plate-forme fixe ou mobile, comme un bâtiment naval, un aéronef, un véhicule terrestre ou un véhicule spatial.

Il existe donc un besoin pour une antenne résolvant un ou plusieurs de ces inconvénients. L'invention a ainsi pour objet une antenne comprenant :

- une première et une deuxième sous-antennes linéaires :
  - présentant chacune une pluralité de capteurs agencés pour former respectivement des première et deuxième portions de lignes, chaque capteur générant un signal de base;
  - l'angle entre des vecteurs directeurs respectifs des première et deuxième tangentes au milieu respectivement des première et deuxième portions de lignes étant compris entre 30° et 150°;

- un dispositif de traitement d'antenne formant plusieurs signaux combinés pour chaque portion de ligne, ce signal étant une combinaison des signaux de base des capteurs de cette portion de ligne;
- un dispositif de traitement de signal générant des signaux combinés utiles en  
5 filtrant le bruit des signaux combinés provenant de chaque portion de ligne ;
- un dispositif de calcul des coefficients de corrélation entre les signaux combinés utiles de la première portion de ligne et les signaux combinés utiles de la deuxième portion de ligne ;
- un dispositif générant un signal de détection lorsqu'un coefficient de  
10 corrélation dépasse un seuil prédéterminé.

Selon une variante, l'antenne comprend en outre un dispositif de détection de cible, comparant chaque coefficient de corrélation calculé à un seuil prédéfini associé, détectant et localisant une cible lorsqu'un coefficient de corrélation dépasse le seuil  
15 associé.

Selon encore une variante, l'antenne comprend un dispositif de traitement du signal de détection et des coefficients de corrélation générant des informations concernant la cible détectée. Selon une autre variante, l'information générée comprend la distance, le site, le gisement et la vitesse de la cible. L'antenne peut  
20 également comprendre un dispositif affichant les informations générées.

Selon une autre variante, chaque capteur comprend plusieurs capteurs élémentaires choisis dans le groupe constitué des capteurs radar, radio-électriques, électromagnétiques, hydrophones, transducteurs, microphones, ultra-son, accéléromètres, optiques ou infrarouge.

25 On peut prévoir que les capteurs élémentaires soient émissifs et que le dispositif de traitement de données traite les signaux combinés en fonction du signal émis par chaque capteur, le traitement comprenant par exemple une compression d'impulsion.

Selon une variante, l'antenne comprend en outre un émetteur, le dispositif de  
30 traitement de données traitant les signaux combinés en fonction du signal émis par l'émetteur, le traitement comprenant par exemple une compression d'impulsion.

Selon encore une variante, les première et deuxième portions de lignes sont des courbes sans point d'inflexion. On peut prévoir que les première et deuxième portions de lignes soient droites et orientées respectivement en site et en gisement. Ces portions de lignes droites ne sont préférentiellement pas parallèles.

5

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description suivante qui est donnée à titre d'exemple non limitatif et en regard des figures. Ces figures montrent:

-Figure 1, une représentation schématique d'un exemple de structure d'antenne et d'architecture du traitement de données issues des capteurs de telles antennes selon l'invention;

-Figures 2 à 4, des diagrammes comparatifs de localisation de source pour différents cas;

-Figures 5 à 14, plusieurs schémas illustrant des exemples de structures de sous-antennes linéaires.

Un capteur désignera par la suite un dispositif comprenant un ou plusieurs capteurs élémentaires. Un capteur présentant plusieurs capteurs élémentaires génère un signal de base à partir des signaux des capteurs élémentaires de façon connue en soi.

Afin d'améliorer les performances d'un capteur, il est courant d'utiliser un module regroupant plusieurs capteurs. Le terme capteur utilisé par la suite couvre également un module de capteurs, car un capteur et un module de capteurs sont fonctionnellement identiques pour le traitement d'antenne.

Le traitement d'antenne désignera un traitement de signal des capteurs qui forme, par combinaison des signaux des capteurs, des signaux appelés voies ou faisceaux qui privilégient une direction de propagation dans l'espace de la grandeur physique. Les combinaisons de signaux mentionnées par la suite seront par exemple des combinaisons linéaires de ces signaux.

L'invention propose une antenne comprenant au moins deux sous-antennes linéaires, chacune munie de capteurs formant une portion de ligne. Les deux portions

de ligne sont définies de la façon suivante: on forme les tangentes au milieu de chaque portion de ligne. L'angle entre des vecteurs directeurs de ces tangentes doit alors être compris entre  $30^\circ$  et  $150^\circ$ . Les orientations des portions de lignes sont ainsi suffisamment distinctes pour que l'antenne récupère des informations suffisantes

5 suivant deux axes distincts considérés comme orthogonaux. Chacune des sous-antennes linéaires présente un dispositif de traitement d'antenne qui génère un ou plusieurs signaux combinés. Chacune des sous-antennes linéaires présente un dispositif de traitement de signal appliqué aux signaux combinés, qui fournit un ou plusieurs signaux combinés utiles. Ces signaux combinés utiles sont les résultats de

10 traitement des signaux combinés, destinés à en extraire le bruit, et sont générés avant le traitement de corrélation. L'antenne présente en outre un dispositif de calcul des coefficients de corrélation entre les signaux combinés utiles d'une sous-antenne linéaire avec les signaux combinés utiles de l'autre sous-antenne linéaire. L'information en résolution est obtenue par le calcul plutôt que par l'augmentation du

15 nombre des capteurs.

On va décrire un exemple simplifié d'antenne en référence à la figure 1. L'antenne 1 de la figure 1 comprend deux sous-antennes linéaires 2 et 3. Les sous-antennes linéaires 2 et 3 comprennent chacune plusieurs capteurs, respectivement 21 à 2M et 31 à 3N. Les capteurs 21 à 2M sont agencés pour sensiblement former une

20 première portion de ligne. Les capteurs 31 à 3N sont agencés pour sensiblement former une deuxième portion de ligne.

Les première et deuxième portions de lignes de la figure 1 vérifient la condition d'orientation définie auparavant: ces portions de lignes sont en l'occurrence des segments de droite placés dans un même plan et orthogonaux. L'angle entre les

25 vecteurs directeurs peut être dans une plage appropriée choisie par l'homme de métier. On peut notamment envisager que cet angle soit compris dans les plages suivantes :  $[40^\circ; 140^\circ]$ ,  $[50^\circ; 130^\circ]$ ,  $[60^\circ; 120^\circ]$ ,  $[70^\circ; 110^\circ]$ ,  $[80^\circ; 100^\circ]$ ,  $[85^\circ; 95^\circ]$ , ou  $[89^\circ; 91^\circ]$ . Les capteurs 21 à 2M sont en l'occurrence utilisés pour la détermination du site d'une source ou d'une cible, tandis que les capteurs 31 à 3N sont utilisés pour

30 déterminer son gisement.

Ces capteurs comprennent un ou plusieurs capteurs élémentaires non illustrés, du type adéquat. Un capteur présentant plusieurs capteurs élémentaires génère un signal de base à partir des signaux des capteurs élémentaires de façon connue en soi. Chaque capteur génère donc un signal de base qui peut subir un traitement de signal  
5 particulier avant le traitement d'antenne. Les capteurs d'une portion de ligne peuvent présenter une directivité identique et être équirépartis sur cette portion de ligne. Les capteurs 21 à 2M génèrent respectivement les signaux de base S1 à SM illustrés par Si'. Les capteurs 31 à 3N génèrent respectivement les signaux de base G1 à GN illustrés par Gj'. Par la suite, l'indice i' désignera tous les signaux ou nombres  
10 associés à un capteur 2i'. Ainsi le signal S4 est associé au capteur 24. De façon similaire, l'indice j' désignera tous les signaux ou nombres associés à un capteur 3j'. Ainsi, le signal G2 est associé au capteur 32.

Un dispositif de traitement d'antenne 4 forme un signal combiné des capteurs d'une portion de ligne, de façon connue en soi. Le dispositif de traitement d'antenne 4  
15 génère ainsi les signaux combinés VSi associés aux signaux Si'. Un dispositif de traitement d'antenne 5 forme un signal combiné des capteurs de l'autre portion de ligne, de façon connue en soi. Le dispositif de traitement d'antenne 5 génère ainsi les signaux combinés VGj associés aux signaux Gj'. Les signaux combinés visent, entre autres, à former des lobes de directivité de l'antenne utilisée en réception.

20 Chacune des sous-antennes linéaires présente un dispositif de traitement de signal traitant des signaux provenant du traitement d'antenne. Ce dispositif de traitement de signal fournit un ou plusieurs signaux combinés utiles à la sortie de chaque sous-antenne linéaire.

Les dispositifs de traitement de signal 6 et 7 extraient le signal utile du bruit,  
25 de façon connue en soi. Les dispositifs 6 et 7 traitent ainsi respectivement les signaux combinés VSi et VGj pour générer les signaux combinés utiles TSi et TGj. Les dispositifs de traitement de signal 6 et 7 peuvent aussi être accouplés au dispositif d'émission de l'antenne si elle est du type émettrice/réceptrice ou d'une autre antenne si l'antenne est du type réceptrice seulement, afin d'effectuer un traitement tenant  
30 compte des signaux émis de façon connue en soi, comme la compression d'impulsion.

Le dispositif de calcul 8 calcule les coefficients de corrélation temporelle ou fréquentielle (selon que les traitements ont été effectués dans le domaine temporel ou fréquentiel) entre les signaux combinés utiles  $TS_i$  de la première portion de ligne et les signaux combinés utiles  $TG_j$  de la deuxième portion de ligne. On forme ainsi la

5 matrice  $[C_{ij}]$  des coefficients de corrélation. Des détails concernant le calcul de ces coefficients sont donnés par la suite. Le dispositif de calcul 8 exploite également les coefficients de corrélation  $[C_{ij}]$  afin de détecter une cible et générer un signal de détection. Un fonctionnement possible est le suivant : un dispositif de détection (inclus dans le dispositif de calcul 8 dans l'exemple) compare chaque coefficient de

10 corrélation à un seuil respectif prédéfini. Lorsqu'un coefficient de corrélation donné est en dessous de son seuil prédéfini, on considère qu'aucune source ou cible ne se trouve à l'intersection des deux lobes de directivité  $VS_i$  et  $VG_j$ , dans le site  $i$  et le gisement  $j$ . Lorsqu'un coefficient de corrélation dépasse son seuil prédéfini, on considère au contraire qu'une source ou cible se trouve à l'intersection des deux lobes

15 de directivité, dans le site  $i$  et le gisement  $j$ . Un signal de détection associé au résultat de la comparaison peut ainsi être généré sous forme de valeur binaire. L'ensemble des signaux peut alors être agencé dans une matrice  $[R_{ij}]$ . Le seuil est défini en fonction des performances souhaitées de l'antenne et du dispositif de traitement de données associé (incluant le traitement d'antenne, le traitement de signal et le traitement

20 d'information), en terme de probabilité de détection et de fausse alarme.

Dans le cas des traitements d'antennes connus par l'homme de métier, si l'antenne de la figure 1 est du type émission/réception, le diagramme de directivité à l'émission de l'antenne est celui d'un lobe en forme de croix et par réciprocité le diagramme de directivité à la réception est le même qu'à l'émission. Avec la structure

25 d'antenne présentée, l'association des traitements d'antenne et de signal permet d'obtenir les mêmes informations que celles obtenues par une antenne surfacique, par exemple plane, dont le lobe de directivité en réception serait aussi fin que le centre de la croix formée par le lobe de directivité. De plus, toujours dans le cas des traitements d'antennes connus par l'homme de métier, si l'antenne de la figure 1 n'effectue pas de

30 traitement de corrélation entre les signaux provenant des sous-antennes linéaires, les

performances de détection sont celles des sous-antennes seules. Ces performances sont nettement inférieures à celles obtenues par l'antenne de l'invention.

Le dispositif de traitement 9 peut effectuer des étapes supplémentaires de traitement d'information, pour améliorer par exemple les performances de probabilité  
5 de fausse alarme ou pour déterminer la vitesse, la distance d'une cible ou toutes autres informations utiles. Le dispositif de traitement 9 vise ainsi à rendre les informations exploitables par un opérateur ou un dispositif de traitement. Ce dispositif 9 reçoit en entrée des données telles que la matrice  $[C_{ij}]$ , la matrice  $[R_{ij}]$  ou toutes données  
similaires. L'ensemble des informations déterminées peut être restitué aux utilisateurs  
10 par un dispositif d'affichage 10 adéquat, connu en soi.

Les figures 5 à 14 illustrent différentes géométries de portions de lignes des sous-antennes linéaires, utilisables dans le cadre de l'invention.

La figure 5 illustre une sphère à la surface de laquelle sont disposés des  
15 capteurs. Les portions de ligne de capteurs d'une sous-antenne linéaire sont formées sélectivement par des arcs de ces cercles de capteurs. Les cercles et arcs de cercle seront désignés par des points leur appartenant. La sphère de la figure 5 présente ainsi les cercles de capteurs EAOB, ASBN, ESON. Les traitements détaillés auparavant peuvent être effectués sur différents couples de portions de lignes. Les couples de  
20 portions de ligne de l'antenne cruciforme peuvent être ; EAO avec NAS ; OBE avec SBN ; SON avec AOB ; NES avec BEA ; ONE avec BNA ; ESO avec ASB ; ou bien les mêmes couples avec des sous-portions de ces portions de lignes comme par exemple EAO avec NA, ou bien une portion de ligne formée par un point du segment EA et un point du segment AO avec une portion de ligne formée par un point du  
25 segment NA et un point du segment AS et ainsi de suite.

Les portions de lignes formées par les capteurs des sous-antennes linéaires peuvent ainsi être orientées suivant des lignes géodésiques orthogonales de la surface. Lorsqu'une portion de ligne a la forme d'une courbe fermée, elle sera divisée en sous-  
portions pour définir des portions de lignes ayant une directivité équivalente à celle  
30 d'une portion de ligne rectiligne ; le milieu de portion de ligne sera déterminé comme

un point au niveau duquel la distance avec la portion de ligne de l'autre sous-antenne linéaire est la plus réduite.

La figure 6 illustre un satellite présentant des sous-antennes linéaires 62 et 63 disposées sur des panneaux solaires orientés suivant deux directions orthogonales.

5        La figure 7 illustre un avion présentant des portions de lignes 73 formées par les capteurs de sous-antennes linéaires, disposées transversalement respectivement sur ou sous les ailes, et une portion de ligne 72 formée par les capteurs disposés axialement respectivement sur ou sous le fuselage.

10       La figure 8 illustre un missile présentant des portions de lignes 82 disposées axialement sur le fuselage, et une portion de ligne circulaire 83 entourant une section transversale du fuselage.

La figure 9 illustre un autre missile dans lequel de multiples portions de lignes sont disposées dans une section transversale du missile.

15       La figure 10 illustre des portions de lignes de sous-antennes linéaires adaptées à un sous-marin. la portion de ligne 102 s'étend axialement à la surface de la coque. La portion de ligne 103 s'étend transversalement entre le kiosque et la coque.

La figure 11 illustre un véhicule présentant une plate-forme supportant deux portions de lignes orthogonales 112 et 113.

20       La figure 12 illustre une antenne tournante autour de son axe vertical. Une portion de ligne rectiligne 123 s'étend sur l'axe du montant de l'antenne. Une portion de ligne 122 rectiligne s'étend sur la partie supérieure de l'antenne.

La figure 13 illustre une antenne fixe. Des portions de lignes rectilignes 133 s'étendent respectivement sur plusieurs faces du montant. Une portion de ligne circulaire 132 s'étend sur la partie supérieure de l'antenne.

25       La figure 14 illustre encore une antenne fixe. La partie supérieure présente une forme de parallélépipède rectangle. Chaque face latérale présente une portion de ligne rectiligne verticale 143 et une portion de ligne rectiligne horizontale 142.

30       On peut prévoir différentes limitations concernant la forme des portions de lignes. On peut notamment envisager qu'au moins une portion de ligne présente une forme courbe. On peut prévoir qu'une telle courbe ne présente pas de point d'inflexion. On peut aussi envisager que la variation de courbure soit limitée.



On peut ainsi limiter la courbure à proximité du milieu de la portion de ligne. On définit  $L$  la longueur de la portion de ligne et  $d$  la distance curviligne entre un point et le milieu de la portion de ligne. Pour tout point tel que  $d/L < 0,1$ , on peut prévoir que l'angle entre un vecteur directeur de la tangente en ce point et un vecteur directeur de la tangente au milieu ne soit pas inclus dans la plage  $[45^\circ; 135^\circ]$ .

On peut prévoir qu'une portion de ligne soit conforme, c'est-à-dire qu'elle ait une forme épousant la forme non rectiligne de son support, et qu'un traitement des signaux des modules rend cette portion de ligne équivalente à une portion de ligne rectiligne. On peut notamment appliquer un tel traitement à une portion de ligne fixée à la surface de la carlingue, d'une aile ou d'un empennage d'un avion. Le traitement des antennes conformes est une technique connue par l'homme de métier.

Les deux portions de ligne peuvent être séparées d'une distance quelconque à condition que la cible ou la source soit dans le champ lointain des deux sous antennes qui est défini par l'homme de l'art pour chaque sous-antenne comme le rapport du carré de la longueur rectiligne de l'antenne par la longueur d'onde la plus basse utilisée par l'antenne.

Les deux portions de lignes peuvent être disposées à une distance les séparant suffisante pour qu'un couplage entre leurs capteurs soit faible. Mais les deux portions de ligne peuvent être sécantes, il peut y avoir ;

-soit un capteur commun aux deux portions de lignes: cela implique que le coefficient de corrélation pour ce capteur se réduit à son coefficient d'auto-corrélation;

-soit un trou dans une des deux portions de ligne : ce cas correspond à des antennes lacunaires connues en soi par l'homme de métier.

Bien qu'on ait illustré uniquement ces types d'antennes dans les différentes figures, on peut également envisager d'appliquer l'invention à une antenne présentant une matrice de capteurs, par exemple de forme rectangulaire. On fractionne alors la matrice en portions de sous-antennes telles que définies auparavant. On peut notamment délimiter plusieurs lignes et colonnes et calculer des coefficients de corrélation pour plusieurs couples de ligne-colonne. On peut également envisager plus de deux portions de sous-antennes présentant des orientations telles que définies

auparavant et ne formant pas une matrice et calculer des coefficients de corrélation pour plusieurs couples de ces portions de sous-antennes. Les calculs des coefficients de corrélation pour différents couples peuvent être croisés pour améliorer les performances de l'antenne.

5

Dans une application à un sonar, on peut utiliser une antenne passive, dont les capteurs sont des hydrophones ou une antenne active dont les capteurs sont des transducteurs. Le dispositif de traitement formant le signal combiné réalise notamment une fonction de formation de voies.

10

Dans une application de l'antenne à un radar, on utilise une antenne en réception et les capteurs des modules sont adaptés pour une capture de signaux radars. Le dispositif de traitement formant le signal combiné réalise notamment une fonction de formation de faisceaux.

15

Pour réaliser le calcul du coefficient de corrélation temporelle de signaux vidéo complexes (par exemple TSi et TGj dans l'exemple de la figure 1), particulièrement adaptée à une application radar, on peut calculer les coefficients de [Cij] de la façon suivante:

20

Soient X(t) et Y(t) des signaux aléatoires complexes, non périodiques, centrés et stationnaires du deuxième ordre. On définit la fonction de corrélation des deux signaux comme l'espérance mathématique du produit de X(t) par le complexe conjugué de Y(t-τ), τ étant le décalage temporel entre les deux signaux.

$$\text{corrélation}_{XY}(\tau) = E[X(t)Y^*(t-\tau)] = \int_{\Omega} X(t, \omega) Y^*(t-\tau, \omega) dP(\omega)$$

25

Dans le cas de signaux ergodiques, la fonction de corrélation vérifie l'égalité suivante:

$$\text{corrélation}_{XY}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} X(t) Y^*(t-\tau) dt$$

Dans la pratique l'intégrale se calcule sur un intervalle de temps fini qui correspond à la durée d'intégration.

L'homme de métier saura adapter les formules aux cas des signaux périodiques, non centrés ou ne vérifiant pas toutes les propriétés statistiques citées auparavant.

On définit la fonction de corrélation normée entre les des deux signaux :

$$C_{XY}(\tau) = \frac{\text{corrélation}_{XY}(\tau)}{\sqrt{\text{corrélation}_{XX}(0)} \sqrt{\text{corrélation}_{YY}(0)}}$$

L'utilisation de coefficients de corrélation normés permet de réaliser une détection de cible sans se soucier des différences de niveaux entre X et Y.

Du fait que la fonction de corrélation tend vers zéro lorsque  $\tau$  tend vers l'infini, on considère dans la pratique que le décalage temporel  $\tau$  est borné. Par exemple, si  $\tau$  est compris dans l'intervalle de temps  $[-\tau_{\max}, \tau_{\max}]$ , alors il existe une valeur  $\tau_0$  de  $\tau$  pour laquelle la fonction de corrélation normée atteint son maximum  $C_{XY}$ , coefficient de corrélation maximum entre les deux sous-antennes linéaires.

$$C_{XY} = |C_{XY}(\tau = \tau_0)| = \max_{[-\tau_{\max}, \tau_{\max}]} [|C_{XY}(\tau)|]$$

Le décalage temporel  $\tau_0$  est déterminé par la géométrie de l'antenne. Dans le cas de deux sous-antennes linéaires identiques sécantes en leur centre, la maximum  $C_{XY}$  est atteint pour  $\tau_0=0$ .

Les coefficients de corrélation maximum  $C_{ij}$  sont obtenus en remplaçant les signaux aléatoires  $X(t)$  et  $Y(t)$  par les signaux combinés utiles tels que définis auparavant  $TS_i$  et  $TG_j$ . Les coefficients de corrélation  $C_{ij}$  forment donc une matrice  $[C_{ij}]$ , dont les valeurs sont comprises entre 0 et 1.

Une valeur de coefficient de corrélation maximum  $C_{ij}$  supérieure à un seuil de corrélation prédéfini implique qu'au moins une source ou une cible est détectée à l'intersection virtuelle des lobes de directivités des deux sous-antennes linéaires  $2i$  et  $3j$ . Dans le cas de la figure 1, on détermine la présence d'une source ou cible à l'intersection du site  $i$  et du gisement  $j$ .

Une autre méthode de calcul, basée sur l'exploitation de signaux combinés réels, permet de simplifier l'étape de calcul. Les coefficients de corrélation sont alors déterminés, en considérant la fonction de corrélation de la façon suivante:

$$\text{corrélation}_{x,y}(\tau) = \frac{1}{2} \left( E[|X(t) + Y(t-\tau)|^2] - E[|X(t)|^2] - E[|Y(t)|^2] \right)$$

Ou encore

$$\text{corrélation}_{x,y}(\tau) = \frac{1}{4} \left( E[|X(t) + Y(t-\tau)|^2] - E[|X(t) - Y(t-\tau)|^2] \right)$$

Cette méthode permet d'obtenir les coefficients de corrélation directement à partir des puissances des signaux en effectuant simplement des sommations ou des soustractions.

Par ailleurs, on peut envisager d'exclure des signaux trop faibles de la détection. Ainsi, on peut au préalable calculer le dénominateur de la fonction de corrélation normée mentionné ci-dessus, et le comparer à un seuil minimal. Lorsque le dénominateur de la fonction de corrélation normée est inférieur au seuil minimal, le coefficient de corrélation correspondant n'est pas pris en compte pour la détection, ce qui revient à lui donner une valeur nulle. On peut ainsi réduire de façon importante la durée d'intégration nécessaire pour des performances similaires. En variante, on peut également comparer chaque seuil du dénominateur à un seuil respectif.

Pour garantir un résultat optimal, il est souhaitable que l'acquisition des signaux utilisés pour le calcul de corrélation soit synchrone.

Bien qu'on ait décrit une solution de calcul de corrélation dans le domaine temporel, on peut également envisager d'effectuer les calculs des coefficients de corrélation dans le domaine fréquentiel, par exemple pour une application de l'antenne à un sonar. Les coefficients de corrélation dans le domaine fréquentiel peuvent être déterminés à partir de la fonction de cohérence définie de la façon suivante.

Les transformées de Fourier des fonctions de corrélation de deux signaux X et Y précédemment définies sont les densités inter-spectrales (ou encore densité spectrale d'interaction).

$$\text{Transformée de Fourier (corrélation}_{XY})(f) = S_{XY}(f)$$

De même, les transformées de Fourier des fonctions de corrélation des signaux X et Y précédemment définies sont les densités spectrales de puissance des signaux X et Y.

$$\text{Transformée de Fourier (corrélation}_{XX})(f) = S_{XX}(f)$$

$$\text{Transformée de Fourier (corrélation}_{YY})(f) = S_{YY}(f)$$

La fonction de cohérence de entre X et Y est définie par

$$c_{XY}(f) = \text{cohérence}_{XY}(f) = \frac{S_{XY}(f)}{\sqrt{S_{XX}(f)} \sqrt{S_{YY}(f)}}$$

Le calcul des coefficients de cohérence se généralise pour toutes bandes de fréquences d'analyse  $B_f$ . Dans ce cas le calcul de la fonction de cohérence devient

$$c_{XY}(f) = \text{cohérence}_{XY}(B_f) = \frac{\int_{B_f} S_{XY}(f) df}{\sqrt{\int_{B_f} S_{XX}(f) df} \sqrt{\int_{B_f} S_{YY}(f) df}}$$

On peut prévoir que les dispositifs de traitement d'antenne 4 et 5 pondèrent les signaux de base des capteurs en fonction de différences de directivité ou de sensibilité, avant de réaliser la combinaison (par exemple linéaire) de ces signaux.

Les dispositifs de traitement d'antenne peuvent également comprendre un traitement adaptatif qui a pour fonction d'éliminer un signal parasite, comme celui provenant d'un brouilleur ou tout autre traitement qui permettent d'améliorer les fonctionnalités et les performances de l'antenne et du traitement de données associé.

5 Les dispositifs de traitement de signal 6 et 7 des signaux combinés peuvent réaliser: des filtres passe-bande, des filtres Doppler ou MTI, des traitements de compression d'impulsion ou des mesures d'écartométrie ou tout autre traitement qui permettent d'améliorer les fonctionnalités et les performances de l'antenne et du traitement de données associé.

10 Bien que cela n'ait pas été représenté, l'antenne peut inclure des étages de traitement de données adéquats, fournissant des informations appropriées aux opérateurs. De façon générale, le calcul des coefficients de corrélation sera effectué de préférence après une étape de traitement d'antenne et une étape de traitement du signal. Le calcul des coefficients de corrélation sera généralement suivi d'une étape de  
15 seuillage et de traitement d'information.

Les étages de traitement d'information, correspondant aux dispositifs 8 à 10 sur la figure 1, ont par exemple pour fonction de détecter, localiser ou afficher la présence d'une source ou d'une cible.

Dans le cas des signaux discrets, le calcul des coefficients de corrélation peut  
20 être effectué sur un nombre N d'échantillons des signaux combinés utiles. L'homme de métier déterminera le nombre d'échantillons nécessaire en fonction des probabilités souhaitées de détection et de fausse alarme.

Par exemple dans le domaine temporel, on considère N échantillons temporels des signaux complexes X et Y et on fait l'hypothèse que le maximum  $C_{XY}$   
25 est atteint pour  $\tau_0=0$ .

$$C_{xy} = \frac{\left| \sum_{t=1}^N X(t) \cdot Y^*(t) \right|}{\sqrt{\sum_{t=1}^N |X(t)|^2} \cdot \sqrt{\sum_{t=1}^N |Y(t)|^2}}$$

Si on élimine les signaux trop faibles en faisant un test sur le dénominateur comme cela a été décrit précédemment, alors on arrive à réduire de façon importante le nombre d'échantillons N nécessaires pour des performances similaires en probabilité de fausse alarme et de détection.

5

Des études et des essais comparatifs ont été réalisés. L'antenne selon l'invention présente deux portions de ligne droites perpendiculaires composées chacune de 25 modules, soit au total 50 modules. L'antenne de référence présente une matrice de 100 modules répartis sur une surface carrée. Les antennes ont été comparées lors des études selon trois types de cible connus par l'homme de métier: cible non fluctante, cible lentement fluctante et cible rapidement fluctante. Pour les essais, l'émetteur utilisé comprend un synthétiseur émettant un signal à 9,345 GHz, découpé en impulsions par un commutateur. Les voies des antennes ont été transposées en fréquence et numérisées à une fréquence d'échantillonnage de 1 MHz.

10

On a testé les capacités de détection des antennes en fonction du rapport signal à bruit en pointant les antennes en direction de l'émetteur. On a par ailleurs testé les capacités des antennes à rejeter les cibles hors du lobe de détection, en dépointant l'antenne en gisement. L'influence d'un brouilleur (générateur de bruit de fond important) à proximité de l'émetteur a également été testée. Le brouilleur a été simulé par une modulation de fréquence du synthétiseur.

15

20

Toutes choses étant égales par ailleurs, les deux antennes obtiennent une même probabilité de détection lorsque le nombre d'échantillons N de l'antenne de l'invention avec le procédé de test du dénominateur est 4 fois supérieur à celui de l'antenne de référence, pour une cible non fluctuante et lentement fluctuante ; pour une cible rapidement fluctuante, l'antenne de l'invention avec le procédé de test du dénominateur obtient une meilleure probabilité de détection lorsque le nombre d'échantillons N est 4 fois supérieur à celui de l'antenne de référence. Cette amélioration de performance de l'antenne de l'invention avec le procédé de test du dénominateur peut s'illustrer par le rapport signal à bruit nécessaire pour obtenir une probabilité de détection de 0,9 lorsque la probabilité de fausse alarme est de  $10^{-4}$ , de 6dB inférieur à celui de l'antenne de référence.

25

30

De plus, pour un nombre de modules réduit de moitié, l'antenne de l'invention permet alors d'obtenir les mêmes performances en probabilité de détection et en probabilité de fausse alarme que l'antenne de référence. On comprend également que ces performances de l'antenne de l'invention seraient sensiblement meilleures que  
5 celles d'une antenne de référence présentant un même nombre de modules, à condition de diminuer suffisamment le niveau des lobes secondaires par rapport à celui du lobe principal.

Du point de vue théorique le calcul des coefficients de corrélation s'apparente à une intégration non cohérente qui se distingue des intégrations cohérentes  
10 habituellement réalisées sur les antennes. La détection non cohérente peut être prolongée sur un temps plus long que l'intégration cohérente. Les lobes secondaires associés au traitement de l'antenne de l'invention se répartissent ainsi aléatoirement sur le plan perpendiculaire au lobe central (dans l'exemple, le plan site-gisement) et non de façon déterministe. On constate donc, comme illustré aux figures 2 à 4, que  
15 l'antenne n'accroche pas de cible sur les lobes secondaires.

L'antenne de l'invention présente par ailleurs une résolution 2,5 fois supérieure à celle de l'antenne de référence, du fait de la longueur supérieure des portions de ligne par rapport aux côtés du carré de l'antenne de référence.

Le procédé de test du dénominateur du coefficient de corrélation a permis en  
20 pratique de réduire par 3 le nombre nécessaire d'échantillons pour un niveau de performances donné.

Les figures 2 à 4 illustrent le diagramme de détection D1 d'une antenne classique, comparé avec les diagrammes D2 et D3 d'une antenne cruciforme, dans  
25 différents cas. D1 correspond au diagramme généré par l'antenne de référence, D2 au diagramme généré par l'antenne selon l'invention et D3 est le diagramme obtenu à partir de D2 après seuillage.

La figure 2 identifie les performances de localisation en présence d'une cible unique. On constate que les diagrammes D2 et D3 présentent un tracé très net autour  
30 de la cible 91 détectée. Par contraste, les lobes secondaires de l'antenne classique donnent un contour flou de la cible 91 dans le diagramme D1.



La figure 3 identifie les performances de localisation en présence d'une cible unique et d'un brouilleur à proximité. On constate sur les diagrammes D2 et D3 que la cible 91 et le brouilleur 92 sont correctement localisés. On constate en outre que le tracé de la cible et du brouilleur sont beaucoup plus nets dans D2 et D3 que dans D1.

- 5        La figure 4 identifie les performances de localisation en présence de deux cibles 93 et 94. On constate que D2 et D3 présentent une résolution supérieure à D1. D2 et D3 permettent de distinguer les deux cibles 93 et 94, contrairement à D1.

Afin que la présence d'un brouilleur au même emplacement que la cible ne réduise pas les performances de localisation de l'antenne, celle-ci peut réaliser les  
10 étapes suivantes: localiser le brouilleur et pointer vers le brouilleur, mesurer le signal provenant du brouilleur, retrancher ce signal des signaux mesurés ultérieurement par les modules. L'inclinaison des sous-antennes linéaires, par exemple à 45° par rapport à leur axe initial permet également de réduire l'influence d'un brouilleur sur les mesures.

- 15        Bien que l'invention se soit révélée particulièrement avantageuse pour des capteurs radar, on peut bien entendu prévoir d'appliquer cette invention à des antennes dont les capteurs élémentaires sont des hydrophones, des microphones, des transducteurs, des capteurs radioélectriques, électromagnétiques, ultrasons, accéléromètres, optiques ou infrarouges.

- 20        On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine aéronautique pour détecter des obstacles ou objets, ou en fournir une image.

On peut également utiliser l'invention dans le domaine sous-marin pour détecter des obstacles ou des objets sous-marins, ou en fournir une image.

- On peut encore utiliser l'invention dans le domaine astronomique pour  
25 détecter, voire fournir une image des objets célestes proches de la terre comme des satellites ou des missiles balistiques, ou pouvant être très éloignés comme des étoiles.

On peut aussi utiliser l'invention dans le domaine spatial pour détecter à partir du ciel, voire fournir une image des objets proches de la terre comme des objets volants, ou sur la terre comme des objets fixes ou mobiles.

On peut aussi utiliser l'invention dans le domaine sismologique pour détecter, voire fournir une image, des objets solides, liquides ou gazeux enfouis dans ou sous la surface terrestre.

On peut aussi utiliser l'invention dans le domaine médical pour détecter, voire  
5 fournir une image, d'être vivants ou d'objets solides, liquides ou gazeux se trouvant à l'intérieur du corps humain.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine de la sécurité, par exemple terrestre pour détecter, voire fournir une image, des intrusions dans un espace protégé.

10 On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine maritime pour détecter, voire fournir une image, des bâtiments de surface.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine de la sécurité aéronautique pour détecter, voire fournir une image, des aéronefs navigant autour d'une zone sensible comme par exemple, des aéroports, des centrales nucléaires, des  
15 bâtiments protégés.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine de la navigation terrestre (par exemple automobile), navale (par exemple bateau), sous-marine (par exemple sous-marin), aéronautique (par exemple avion de ligne) pour détecter, voire fournir une image, des obstacles non visibles, et ainsi améliorer leur sécurité.

20 On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine des communications spatiales terrestres ou sous-marines, pour augmenter le nombre de canaux de communications et en améliorer leur réception.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine de la guerre électronique, pour améliorer les performances de détection.

25 On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine des autodirecteurs de missiles ou de torpilles, pour améliorer les performances de navigation.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine acoustique, pour améliorer les performances des micros.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine robotique, par  
30 exemple, pour détecter, voire fournir une image, des objets ou des obstacles se trouvant aux alentours du robot.

On peut par exemple utiliser l'invention dans le domaine du contrôle non destructif, pour améliorer les performances des sondes ultrasoniques.

5

## REVENDICATIONS

1. Antenne (1) caractérisée en ce qu'elle comprend :

-une première (2) et une deuxième (3) sous-antennes linéaires :

-présentant chacune une pluralité de capteurs (21-2M, 31-3N) agencés pour former respectivement des première et deuxième portions de lignes, chaque capteur générant un signal de base (Si', Gj');

-l'angle entre des vecteurs directeurs respectifs des première et deuxième tangentes au milieu respectivement des première et deuxième portions de ligne étant compris entre 30° et 150°;

-un dispositif de traitement d'antenne (4, 5) formant plusieurs signaux combinés (VSi, VGj) pour chaque portion de ligne, ce signal étant une combinaison des signaux de base des capteurs de cette portion de ligne;

-un dispositif de traitement (6,7) de signal générant des signaux combinés utiles (TSi, TGj) en filtrant le bruit des signaux combinés provenant de chaque portion de ligne ;

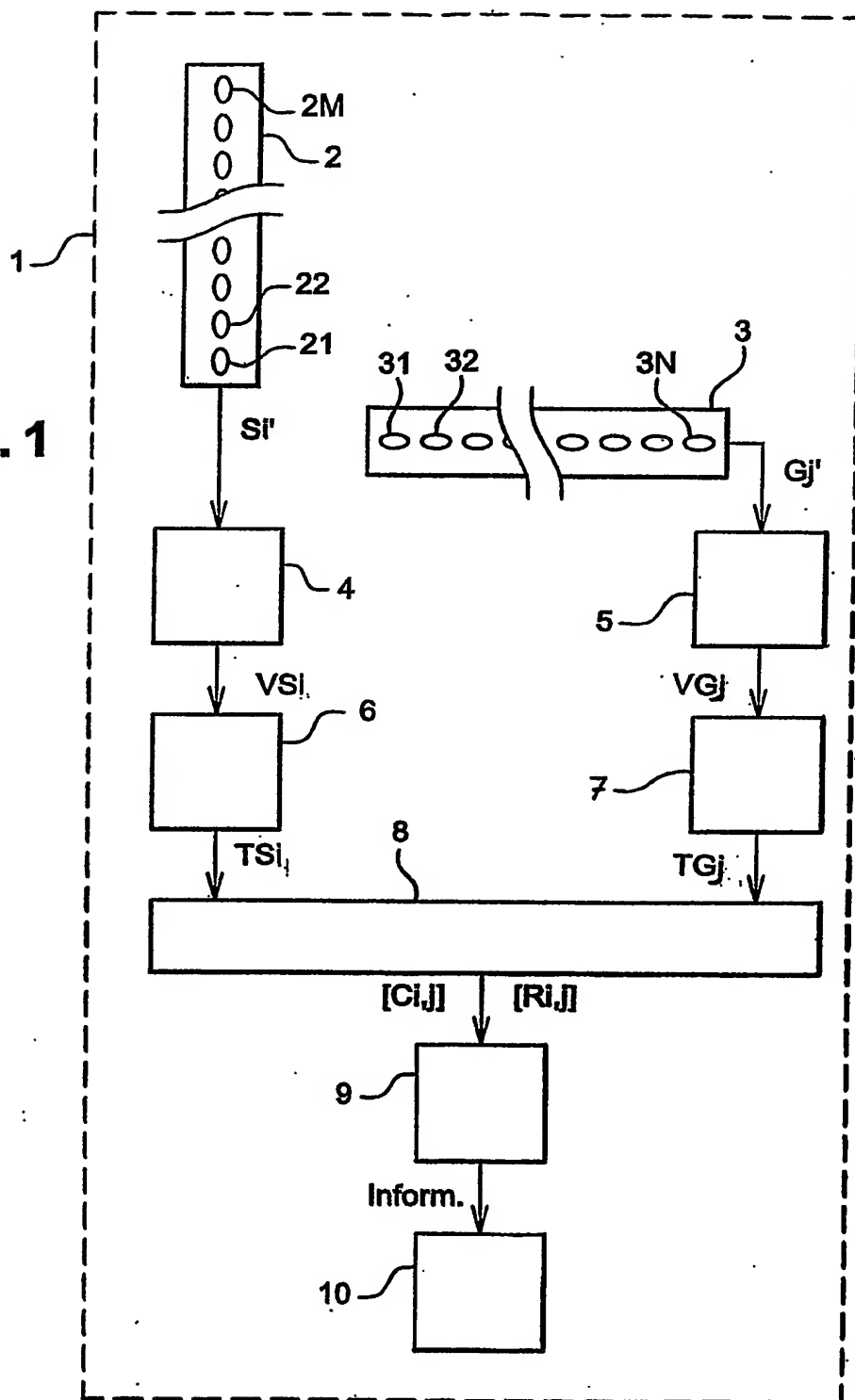
-un dispositif de calcul (8) des coefficients de corrélation ([Cij]) entre les signaux combinés utiles de la première portion de ligne et les signaux combinés utiles de la deuxième portion de ligne ;

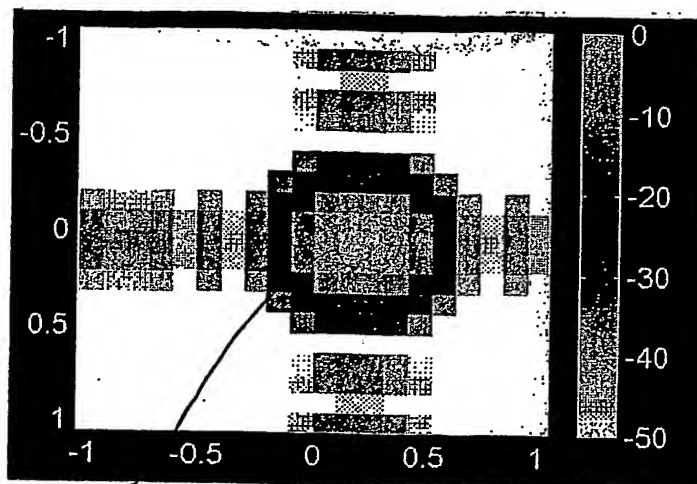
-un dispositif (8) générant un signal de détection ([Rij]) lorsqu'un coefficient de corrélation dépasse un seuil prédéterminé.

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un dispositif de détection de cible, comparant chaque coefficient de corrélation calculé à un seuil prédéfini associé, détectant et localisant une cible lorsqu'un coefficient de corrélation dépasse le seuil associé.

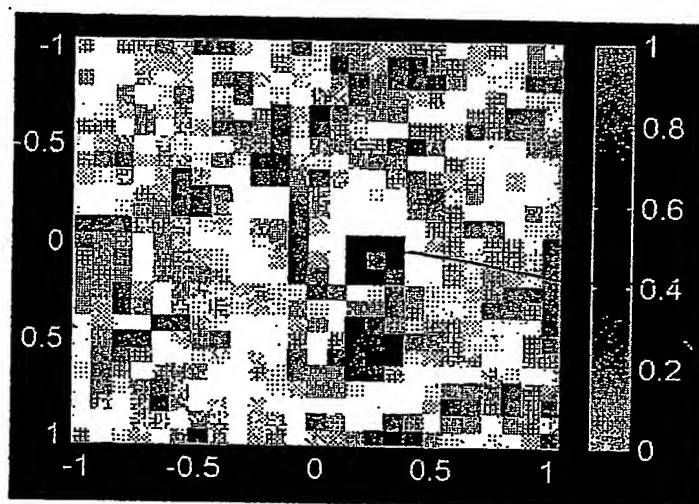
3. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif de traitement (9) du signal de détection et des coefficients de corrélation générant des informations concernant la cible détectée.
- 5 4. Antenne selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'information générée comprend la distance, le site, le gisement et la vitesse de la cible.
5. Antenne selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif (10) affichant les informations générées.
- 10 6. Antenne selon l'une quelconque des précédentes, caractérisée en ce que chaque capteur comprend plusieurs capteurs élémentaires choisis dans le groupe constitué des capteurs radar, radio-électriques, électromagnétiques, hydrophones, transducteurs, microphones, ultra-son, accéléromètres, optiques ou infrarouge.
- 15 7. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce que:
- les capteurs élémentaires sont émissifs;
  - le dispositif de traitement de données traitant les signaux combinés en fonction du signal émis par chaque capteur, ce traitement comprenant par
- 20 exemple une compression d'impulsion.
8. Antenne selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un émetteur, le dispositif de traitement de données traitant les signaux combinés en fonction du signal émis par l'émetteur, ce traitement comprenant par exemple une
- 25 compression d'impulsion.
9. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les première et deuxième portions de lignes sont des courbes sans point d'inflexion.

10. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les première et deuxième portions de lignes sont droites et orientées respectivement en site et en gisement.
- 5 11. Antenne selon la revendication 10, caractérisée en ce que les portions de lignes droites ne sont pas parallèles.

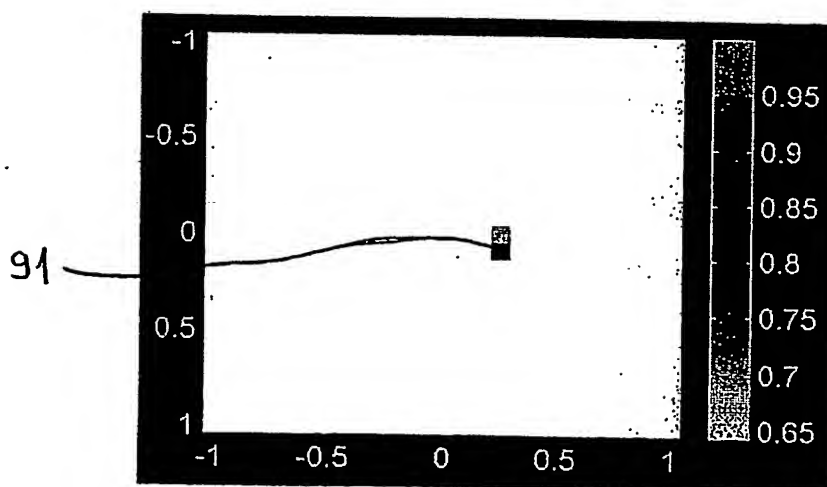
**Fig. 1**



91 D1



D2



D3

Figure 2



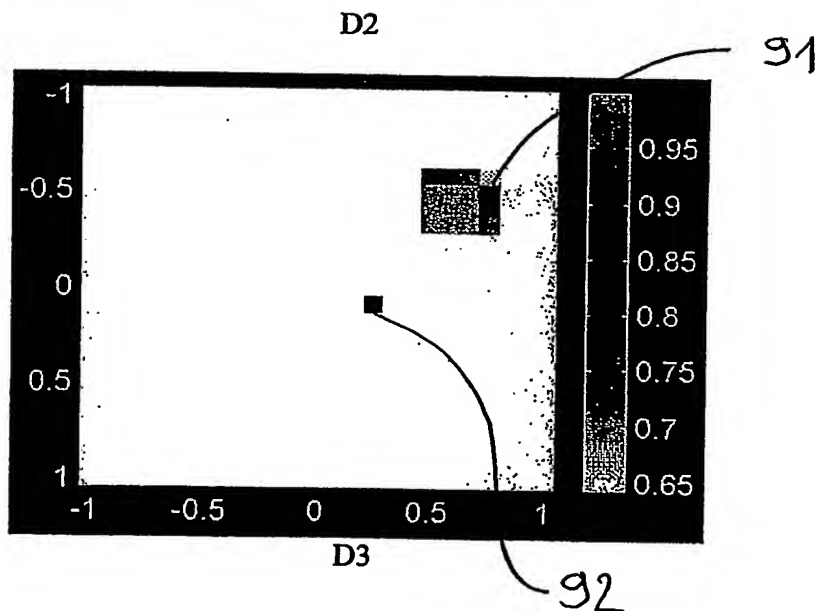
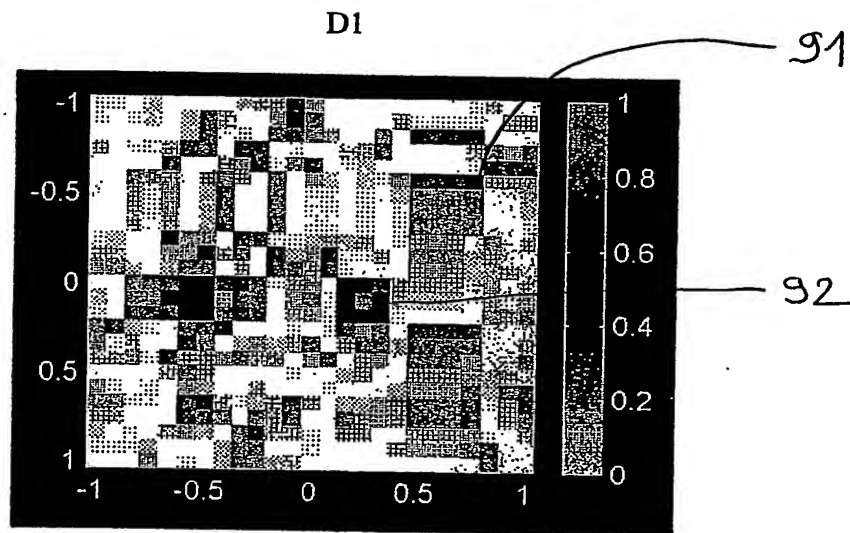
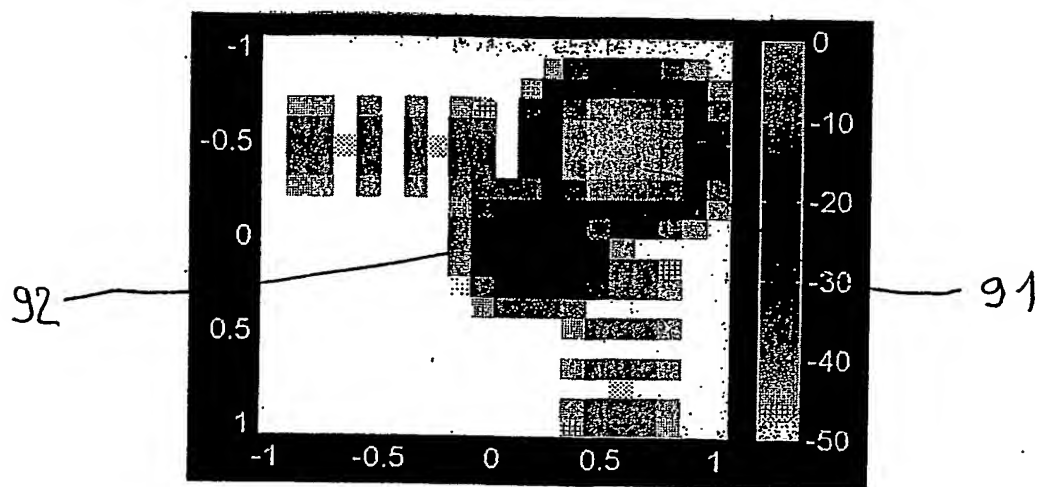
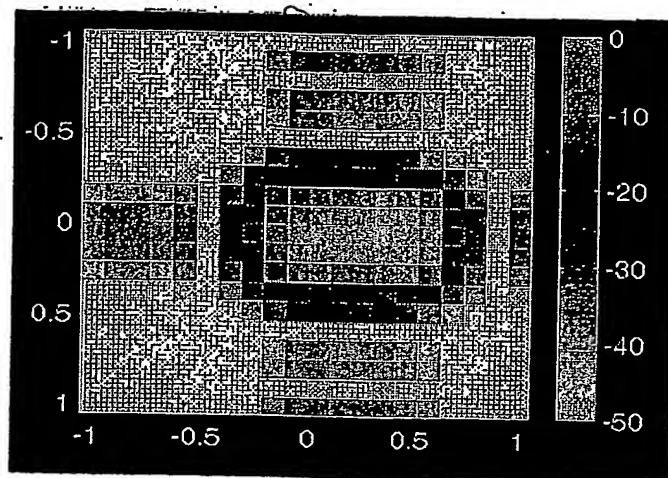
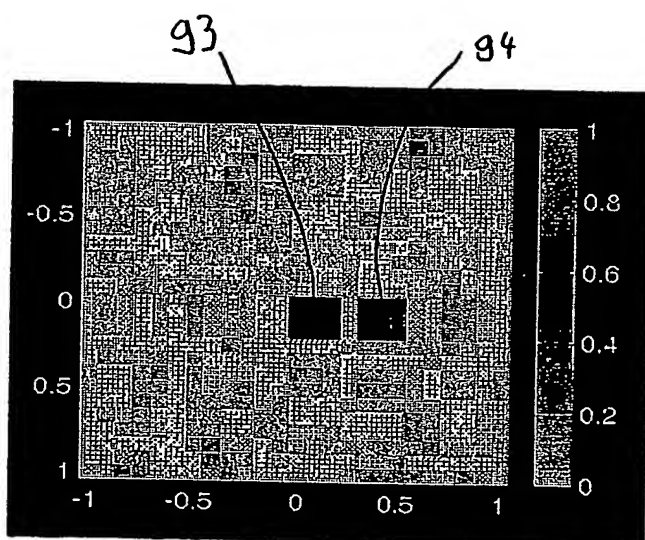


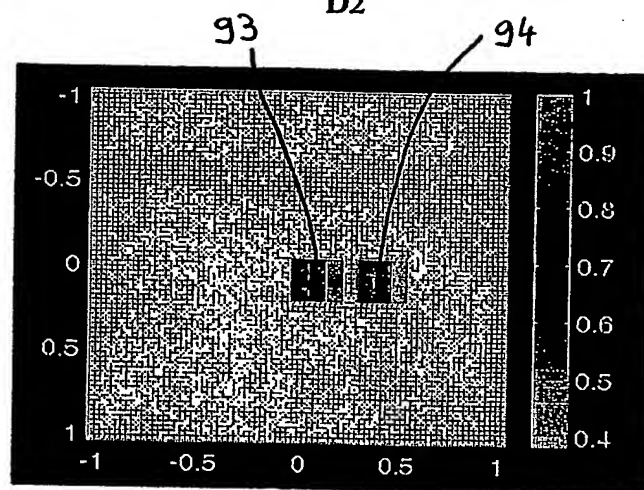
Figure 3



D1

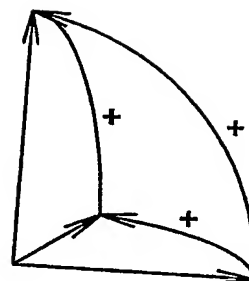
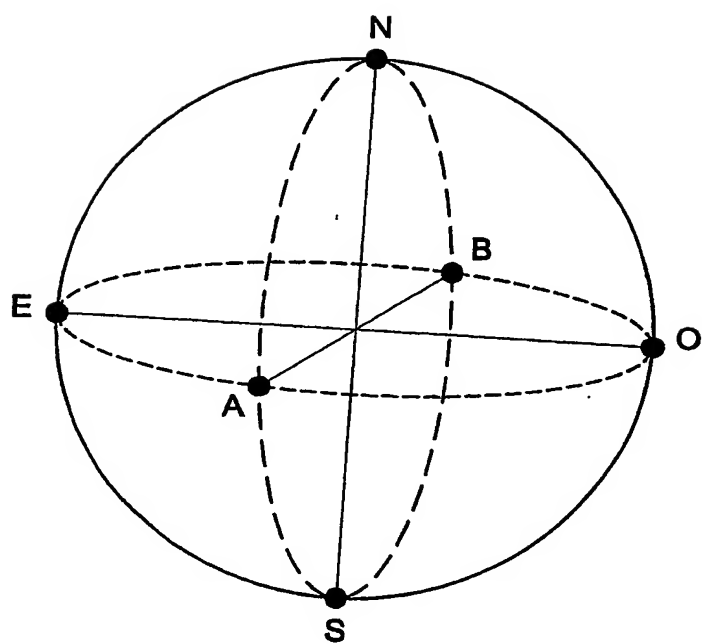


D2

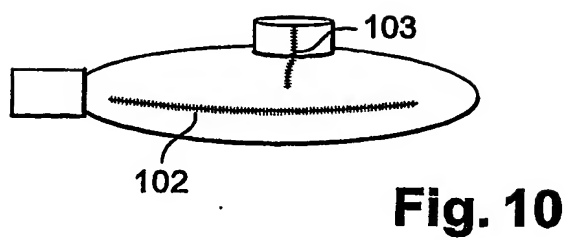
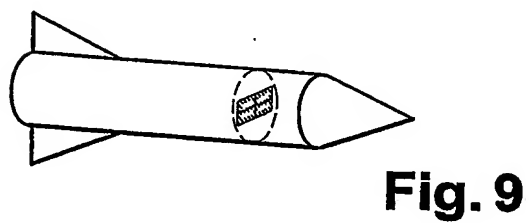
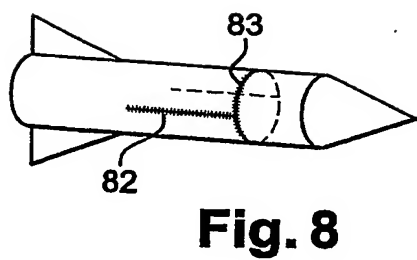
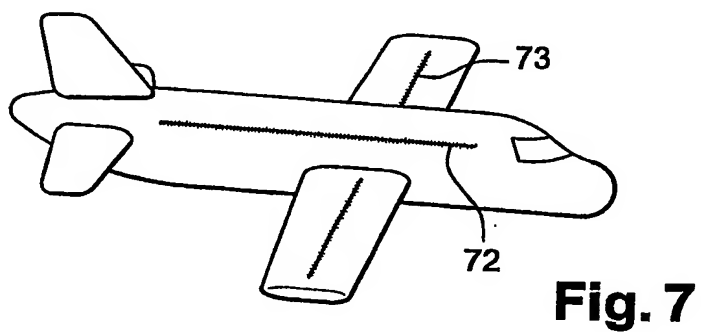
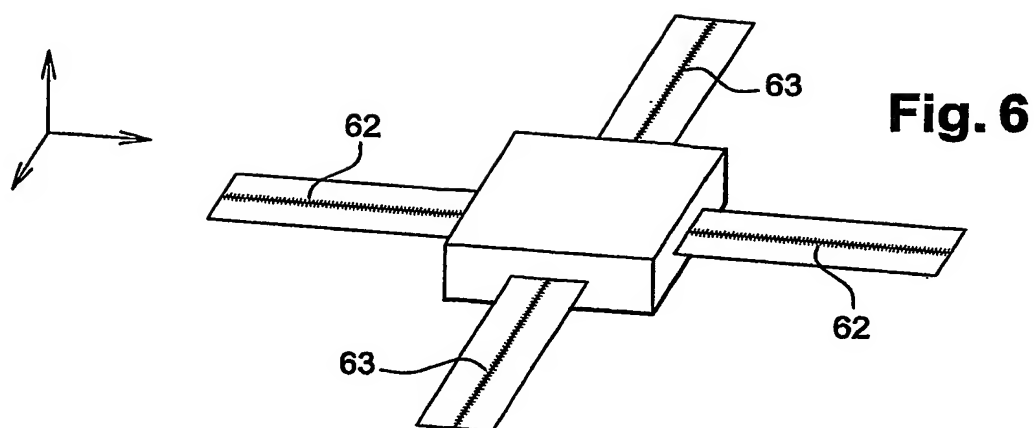


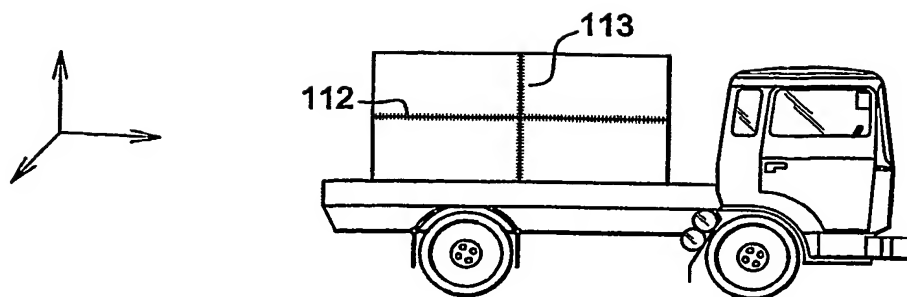
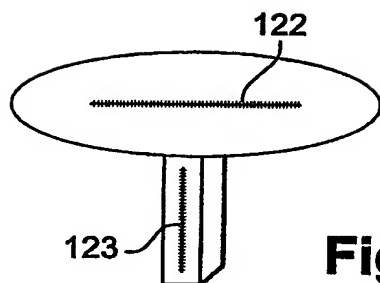
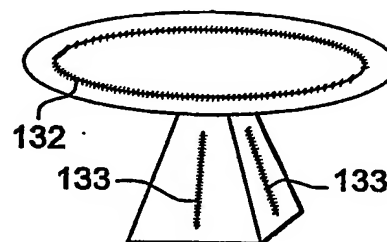
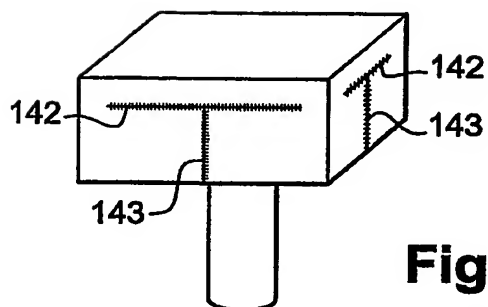
D3

Figure 4



**Fig. 5**



**Fig. 11****Fig. 12****Fig. 13****Fig. 14**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002925

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01Q21/28 G01V3/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01Q G01V G01S G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
X	EP 0 928 042 A (THOMSON-CSF) 7 July 1999 (1999-07-07) the whole document	1-8, 10, 11
A	US 3 683 374 A (HONOLD PETER) 8 August 1972 (1972-08-08) the whole document	1-11
A	EP 0 158 690 A (GILLESPIE ANTHONY RICHARD ; HASLAM CHRISTOPHER GLYN TREVOR (DE); HASLA) 23 October 1985 (1985-10-23) the whole document	1-11
A	US 4 864 309 A (WILEY DECEASED CARL A ET AL) 5 September 1989 (1989-09-05) the whole document	1-11
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex

### \* Special categories of cited documents

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 April 2005

Date of mailing of the international search report

10/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wattiaux, V

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/002925

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	US 5 828 334 A (DEEGAN THIERRY) 27 October 1998 (1998-10-27) the whole document	1-11
A	US 5 621 325 A (DRAPER GREGORY W ET AL) 15 April 1997 (1997-04-15) the whole document	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002925

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0928042	A	07-07-1999	FR 2773269 A1 EP 0928042 A1	02-07-1999 07-07-1999
US 3683374	A	08-08-1972	DE 1941268 A1 FR 2058245 A5 GB 1307624 A NL 7011145 A	25-02-1971 28-05-1971 21-02-1973 16-02-1971
EP 0158690	A	23-10-1985	EP 0158690 A1	23-10-1985
US 4864309	A	05-09-1989	CA 1287109 C DE 3851430 D1 DE 3851430 T2 EP 0335942 A1 JP 6056396 B JP 2501236 T WO 8901710 A1	30-07-1991 13-10-1994 19-01-1995 11-10-1989 27-07-1994 26-04-1990 23-02-1989
US 5828334	A	27-10-1998	NONE	
US 5621325	A	15-04-1997	AU 5058996 A DE 19616079 A1 GB 2300922 A	21-11-1996 21-11-1996 20-11-1996



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Deposition internationale No

PCT/FR2004/002925

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01Q21/28 G01V3/12

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01Q G01V G01S G01K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porte la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no des revendications visées
X	EP 0 928 042 A (THOMSON-CSF) 7 juillet 1999 (1999-07-07) le document en entier	1-8, 10, 11
A	US 3 683 374 A (HONOLD PETER) 8 août 1972 (1972-08-08) le document en entier	1-11
A	EP 0 158 690 A (GILLESPIE ANTHONY RICHARD ; HASLAM CHRISTOPHER GLYN TREVOR (DE); HASLA) 23 octobre 1985 (1985-10-23) le document en entier	1-11
A	US 4 864 309 A (WILEY DECEASED CARL A ET AL) 5 septembre 1989 (1989-09-05) le document en entier	1-11
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*8\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/05/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorsé

Wattiaux, V

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/FR2004/002925

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no des revendications visées
A	US 5 828 334 A (DEEGAN THIERRY) 27 octobre 1998 (1998-10-27) le document en entier -----	1-11
A	US 5 621 325 A (DRAPER GREGORY W ET AL) 15 avril 1997 (1997-04-15) le document en entier -----	1-11

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002925

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0928042	A	07-07-1999	FR 2773269 A1	02-07-1999
			EP 0928042 A1	07-07-1999
US 3683374	A	08-08-1972	DE 1941268 A1	25-02-1971
			FR 2058245 A5	28-05-1971
			GB 1307624 A	21-02-1973
			NL 7011145 A	16-02-1971
EP 0158690	A	23-10-1985	EP 0158690 A1	23-10-1985
US 4864309	A	05-09-1989	CA 1287109 C	30-07-1991
			DE 3851430 D1	13-10-1994
			DE 3851430 T2	19-01-1995
			EP 0335942 A1	11-10-1989
			JP 6056396 B	27-07-1994
			JP 2501236 T	26-04-1990
			WO 8901710 A1	23-02-1989
US 5828334	A	27-10-1998	AUCUN	
US 5621325	A	15-04-1997	AU 5058996 A	21-11-1996
			DE 19616079 A1	21-11-1996
			GB 2300922 A	20-11-1996